第48卷　第2期
2025年2月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 48　No. 2
Feb. 2025

近30 a新疆地州市旅游气候舒适度时空特征分析

贾妮娅·叶力肯[1,2]，　侯建楠[1,2]，　刘思博[1,2]

（1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院，新疆 乌鲁木齐　830054；
2. 新疆干旱区湖泊环境与资源实验室，新疆 乌鲁木齐　830054）

摘　要：依据1990—2020年新疆105个国家级气象观测站点采集的详尽气候观测资料，采用了温湿指数（THI）、风寒指数（WCI）以及着衣指数（ICL）3项关键指标，对新疆15个地州市的旅游气候舒适度与舒适期进行了系统性评估与科学分析。结果表明：（1）新疆全年旅游气候舒适度最高月主要集中在5—6月和9月。（2）根据综合旅游气候舒适度指数，哈密市、阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州、伊犁哈萨克自治州直属县市与克孜勒苏柯尔克孜自治州的年内旅游气候舒适度呈"倒U"型变化，乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市、吐鲁番市、昌吉回族自治州、巴音郭楞蒙古自治州、塔城地区、阿克苏地区、喀什地区、和田地区呈"M"型变化。（3）通过对旅游舒适期的分析发现，南疆地区旅游舒适期最长，北疆地区次之，东疆较短，其中，喀什地区与和田地区的旅游舒适期最长，为3—10月，然而舒适期的长短不是制约旅游客流量最关键的要素，有时也会出现反舒适度的旅游状况。

关 键 词：旅游气候舒适度；时空特征；温湿指数；新疆
文章编号：1000－6060(2025)02－0212－11(0212～0222)

在全球气候变迁的宏观背景下，旅游业这个深植于自然环境与气候条件的行业，正日益显露出其对气候因素的高度敏感性与依赖性。对旅游者而言，气候对出行目的地的选择具有重要影响；对旅游目的地而言，良好的气候条件能促进地方旅游引流，可有效助推和赋能旅游业发展；反之若旅游地天气和气候条件较差，将影响当地旅游业发展和社会经济正常运行。为更好地指导旅游者的旅游行为和合理规划区域旅游业发展，学者们对旅游气候舒适度评价分析和模型应用做了一定的研究工作。国外对于气候与旅游的研究起步相对较早，1973年Oliver[1]提出了温湿指数与风寒指数，创建了应用气候学，1985年David[2]出版了《应用气候学手册》，初步构建了气候舒适度评价的基本模型。20世纪90年代初，Wall等[3-4]进一步讨论了气候变化对全球旅游流量的影响。国外关于旅游气候的研究主要集中在气候变化对旅游适宜性、旅游资源和旅游需求的影响。例如，Aygün等[5]通过回归模型探讨了气候舒适度与国际游客数量的关联性，量化了气候变化对土耳其国际旅游业的影响。Maddison[6]认为气候的变化将会影响游客的决策。Steiger等[7-8]基于大量的实地调查，认为气候变化会对区域经济的稳定性和游客的旅游需求产生一定程度的影响。

我国有关旅游气候的研究起步较晚，但发展迅速。20世纪80年代出版的《气候风光集》是学者林之光的著作，是我国最早介绍旅游与气候的专著。经过近40 a的发展，学者们利用舒适度评价模型，开展了一系列卓有成效的研究工作，以温湿指数、风效指数等应用最为广泛；王远飞等[9-13]先后采用上述模型对上海、重庆、北京、广东、宁夏等地的旅游气候舒适度研究进行了有益探索。也有学者通

收稿日期：2024-02-08；　**修订日期**：2024-03-04
基金项目：国家自然科学基金项目（42261062）；新疆社会科学基金项目（2023BYJ030）；新疆干旱区湖泊环境与资源实验室开放课题（XJDX0909-2021-03）资助
作者简介：贾妮娅·叶力肯（1999-），女，硕士研究生，主要从事区域旅游资源开发与利用等方面的研究. E-mail: jianiya066@163.com
通讯作者：侯建楠（1981-），男，博士，副教授，主要从事旅游开发与区域发展等方面的研究. E-mail: houjiannan.xjnu@foxmail.com

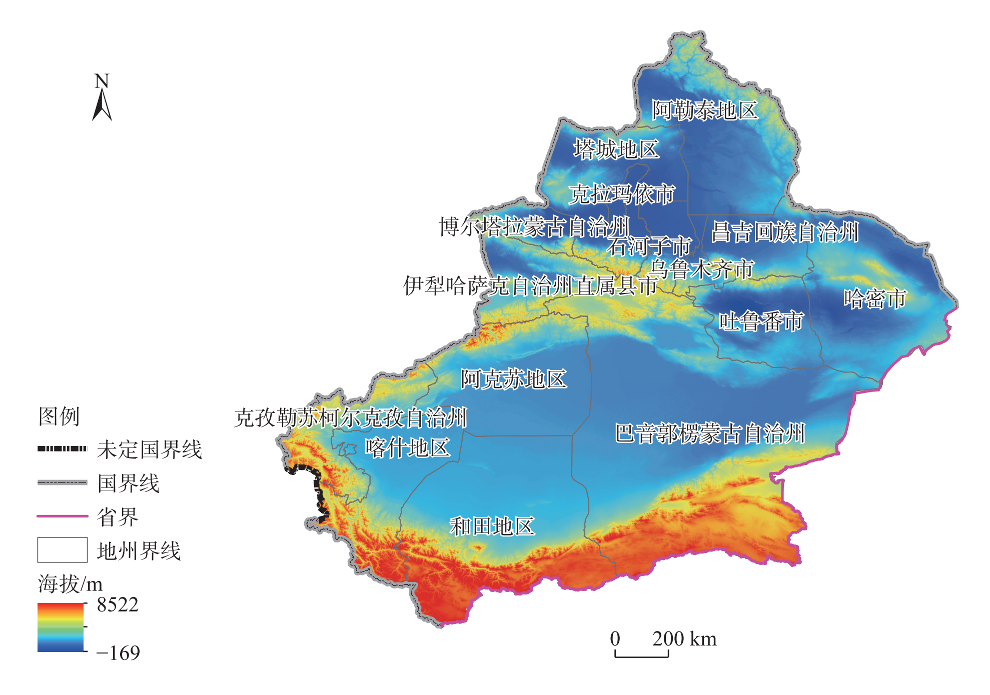
过人体舒适度指数来评价某一地的舒适程度，李积宏等[14-17]利用气象资料从不同视角对西藏、陕西、柴达木盆地以及重庆等地进行了研究分析。马丽君与孙根年为代表的研究团队对旅游气候舒适度进行了更深入的研究，并且根据多个指标建立起了新的旅游气候舒适度指数评价模型，并利用不同方式、方法与模型机理探讨了我国东部地区和中部地区旅游气候舒适度的时空变化规律、气候舒适度与客流量之间的关系等，揭示了旅游气候的弹性[18-21]。随着模糊数学、GIS技术、互联网大数据的发展，我国对于旅游气候舒适度的研究更加多元。冯粉粉等[22-24]基于GIS分析评价了华东地区、河南省南阳市、甘肃省庆阳市的旅游气候舒适度；温春等[25-29]对新疆巴音郭楞蒙古自治州、阿勒泰地区、乌鲁木齐市、吐鲁番市、喀纳斯景区的旅游气候资源、气候舒适度进行了分析评价。旅游气候舒适度的评价是旅游资源评价的重要内容之一，学者们通过探索不同旅游地的气候适宜性，为目的地旅游产业的可持续发展提供了科学支撑[30-34]，但大多数研究视角集中在对重点旅游地的分析上，以新疆15个地州市为研究对象的旅游气候舒适度研究相对匮乏，评价指数也比较单一，特别是以长时间序列为基础进行的综合分析尚未发现。

综上所述，本文在前人研究的基础上，利用1990—2020年新疆105个国家气象观测点的相关气候统计资料，采用数理统计方法对15个地州市每月的温湿指数、风寒指数和着衣指数进行了详细的计算分析，并在此基础上，构建了气候舒适度的综合指数，进而对15个地州市的旅游气候舒适度的时空特征进行了深入分析，以期为游客的出行规划和旅游业的持续发展提供科学依据。

1　资料与方法

1.1　研究区概况

新疆深居亚欧大陆腹地，远离海洋，新疆的“疆”字能够形象的表达“三山夹两盆”的地貌特征，新疆以天山山脉为界，天山以北为北疆地区，涵盖了阿勒泰地区、塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州、伊犁哈萨克自治州直属县市以及克拉玛依市、石河子市、乌鲁木齐市和昌吉回族自治州；天山以南为南疆地区，包括巴音郭楞蒙古自治州、克孜勒苏柯尔克孜自治州、阿克苏地区、喀什地区与和田地区；吐哈盆地被东天山环抱，囊括吐鲁番市与哈密市，被称为东疆地区（图1）。新疆旅游资源丰富，北疆地区以高山草原、湖泊、戈壁，森林等自然景观为主，



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)1873号的标准地图制作，底图边界无修改。下同。

图1　研究区示意图

Fig. 1　Schematic map of the study area

南疆地区则以丝绸古道文化和民族风情等人文景观为主。新疆为典型的温带大陆性气候，日温差与年温差较大，北疆地区的年平均气温在4~8 ℃，南疆地区的年平均气温为10~13 ℃，旅游业发展易受气候因素制约，具有较强的季节性特征。

本研究在方法论上对新疆生产建设兵团的数据进行了细致考量，除石河子市之外的13个师，其数据整合至各自所属的自治区地州市进行统一分析。鉴于石河子市的特殊性——其为新疆最初实行自治区直辖并隶属于兵团师市合一的城市，遵循新疆区域研究的管理，本文决定将石河子市与自治区14个地州市并列考虑。因此，本文的分析范畴涵盖了包括石河子市在内的15个地州市，以确保研究的全面性和准确性[35]。

1.2 数据来源

本文所用气象数据来源于中国气象数据网(http://data.cma.cn)，包括1990—2020年新疆105个气象站点的平均气温、相对湿度和平均风速的逐日数据。

1.3 研究方法

1.3.1 温湿指数 温湿指数(Temperature and humidity index，THI)是从有效温度(Effective temperature，ET)演变而来的，反映了温度与湿度这2个基本气象要素对人体与周围环境热量交换的综合反应[36]。

$$\mathrm{THI}=(1.8t+32)-0.55\times(1-f)(1.8t-26) \quad (1)$$

式中：t为温度(℃)；f为相对湿度(%)。

1.3.2 风寒指数 风寒指数(Wind cold index，WCI)表征了不同环境下不同的温度与风速对人体散热率与人体的舒适状态之间的关系，而33 ℃则是人体在舒适状态下皮肤的平均温度[14]。

$$\mathrm{WCI}=(33-t)\left(9.0+10.9\sqrt{V}-V\right) \quad (2)$$

式中：V为平均风速($\mathrm{m\cdot s^{-1}}$)。

1.3.3 着衣指数 着衣指数(Index of cloth loading，ICL)反映出了在面对气候变化时，人们可以通过对衣着的适当选择，应对当下的气候带给人体的各种不舒适性[13]。该指数综合了温度、风速、人体代谢率、太阳辐射等要素，并广泛应用于实际研究中。

$$\mathrm{ICL}=\frac{33-t}{0.155H}-\frac{H+aR\cos\alpha}{(0.62+19\sqrt{V})\times H} \quad (3)$$

式中：H为人体代谢率75%水平的指标，研究中取轻度活动量代谢率H=87 $\mathrm{W\cdot m^{-2}}$；系数a被设定为0.06，以量化人体对太阳辐射的吸收率；R为单位面积上垂直于太阳光线方向，地面所接收的太阳辐射强度($\mathrm{W\cdot m^{-2}}$)；α为太阳高度角，其数值基于各地区的平均状况予以确定。具体而言，当纬度为β时，夏季各地的太阳高度角可由公式$90°-|\beta-23°26'|$计算得出，冬季相应的计算公式则为$90°-|\beta+23°26'|$；至于春秋两季，各地区的平均太阳高度角为$\alpha=90°-\beta$。

1.3.4 各指数的分级标准 旅游气候舒适度各指数的分级标准是基于以往的广泛实践和现有的文献总结而成，本文采取国内通用的分级标准，该分级标准根据旅游者户外活动时的人体感知情况进行的评判[14-15]，为便捷和精确地统计分析、测算新疆15个地州市各月的旅游气候舒适度，本研究对温湿指数、风寒指数和着衣指数进行了分级赋值，把它们的等级分为“e、d、c、b、A、B、C、D、E”和“-1、0、1、2、3、2、1、0、-1”(表1)。旅游气候舒适度按所编排的温湿指数、风寒指数、着衣指数总和(Y)的大小进行判断[37](表2)。

表1 温湿指数、风寒指数和着衣指数的分级标准及赋值

Tab. 1 THI, WCI and ICL grade standard

温湿指数(THI)		风寒指数(WCI)		着衣指数(ICL)		级别	赋值
范围	人体感知描述	范围	人体感知描述	范围	适宜着装推荐		
<40	极度低温，极度不适感	≤-1000	寒冷刺骨的风	>2.5	高保暖度的羽绒服或毛皮外套	e	-1
40~45	低温，显著不适	-1000~-800	明显的寒冷风	1.8~2.5	加厚外套，以提升保暖性能	d	0
45~55	偏低温，轻微不适	-800~-600	稍显寒冷的风	1.5~1.8	适合冬季的常规保暖服装	c	1
55~60	凉爽，舒适度良好	-600~-300	温和的凉风	1.3~1.5	适合春秋季节的常规服装	b	2
60~65	凉爽，极佳的舒适度	-300~-200	温和舒适的风	0.7~1.3	适合日常穿着的衬衫和常规服装	A	3
65~70	温暖，良好的舒适度	-200~-50	温暖的风	0.5~0.7	轻便的夏季服装	B	2
70~75	稍微偏热，尚可接受	-50~80	微感温暖的风	0.3~0.5	适合夏季的短袖开领衫	C	1
75~80	闷热，不适感明显	80~160	显著的热风感	0.1~0.3	热带地区的轻薄单衣	D	0
>80	极度闷热，极度不适	≥160	难以忍受的热风	<0.1	适合炎热天气的短裙或短裤	E	-1

表2　旅游气候舒适度等级

Tab. 2　Tourism climate comfort rating

3个指数之和	旅游气候舒适度
$Y \geqslant 6$	舒适
$6>Y>3$	较舒适
$3 \geqslant Y>0$	较不舒适
$Y \leqslant 0$	不舒适

注：*Y*为旅游气候舒适度。

2　结果与分析

本文采用的逐日平均气温、相对湿度以及平均风速3个指标，取自新疆地面气候观测资料。按照所列公式(1~3)计算分析出近30 a各地州市平均每月的温湿指数、风寒指数和着衣指数(表3)。并依照本文分级策略(表1~2)，给出近30 a来15个地州市每月的旅游气候舒适性评价结果。

2.1　温湿指数

从温湿指数来看(表3)，阿勒泰地区6—8月人体感知非常舒适，5月为较舒适，1—3、11—12月气候过于寒冷，人体感知极度不舒适；克拉玛依市4、5、9月的温湿指数使人体感觉最适宜，适合开展旅游活动，6—8月和10月人体感觉偏热，为较舒适，其余月份均为极不舒适；乌鲁木齐市、博尔塔拉蒙古自治州、哈密市5—9月温湿指数最高，人体感知最为舒适；石河子市4、5、9月人体感知舒适，6—8月人体感觉偏热但尚可接受，其余月份温湿指数低，均为极不舒适；吐鲁番市由于其特殊的地理位置夏季炎热，蒸发量较大，因此6—8月温湿指数均在75以上，人体不适感明显，不适宜开展旅游活动，而4月和10月人体感知舒适。昌吉回族自治州5月和8—9月人体感知较为舒适，适宜开展旅游活动；巴音郭楞蒙古自治州4—5月与9月人体感知舒适，6—8月气候炎热人体感觉闷热不舒适，较不适宜开展旅游活动；阿克苏地区和喀什地区4—6月人体感觉为舒适，7—8月偏热但尚可接受，其他月份均为极不舒适；克孜勒苏柯尔克孜自治州5—9月的温湿指数在55以上，按照分级标准人体舒适度良好，非常适宜开展旅游活动，其余月份均为不舒适和极不舒适；就温湿指数而言，和田地区人体感知舒适的月份最多，4—6月和9—10月为人体感知舒适期，7—8月偏热但尚可接受，较适宜开展旅游活动；塔城地区5月人体感知为非常舒适，6—9月为舒适和较舒适，其他月份为不舒适和极不舒适；伊犁哈萨克自治州直属县市5月及9月人体感知最舒适，最适宜开展旅游活动，6—8月为舒适，较为适宜开展旅游活动，其余月份不适宜开展旅游活动。

2.2　风寒指数

从风寒指数来看(表3)，阿勒泰地区由于纬度较高，常吹凉风或冷风，只有6—7月为舒适风；克拉玛依市与石河子市9月为体感舒适风，6—8月气温

表3　新疆各地州市温湿指数、风寒指数、着衣指数

Tab. 3　THI, WCI, ICL of various prefectures and cities in Xinjiang

地区	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
阿勒泰地区	eee	eee	ede	ccc	bbb	BAA	BAA	BbA	cbb	ccd	ede	eee
博尔塔拉蒙古自治州	ede	ede	ecd	cbc	AbA	BAA	BAA	BAA	AbA	cbc	ece	ede
塔城地区	ede	ede	ecd	cbc	AbA	BAA	CAB	BAA	bbA	cbd	ecd	ede
伊犁哈萨克自治州直属县市	ede	ece	dcd	bbc	AbA	BAA	BAA	BAA	AbA	cbd	ecd	ece
克拉玛依市	ede	ede	ecd	bbb	AbA	CBC	CBC	CBC	BAA	Cbb	ecd	eee
石河子市	ede	ede	ecd	bbb	AbA	CBB	CBC	CBB	AAA	cbb	ecd	ede
乌鲁木齐市	eee	ede	ecd	cbc	Abb	BAA	BAB	BAA	BbA	ccd	ecd	ede
昌吉回族自治州	eee	ede	ecd	cbc	AbA	DAA	EBB	BAA	AbA	cbd	ece	ece
吐鲁番市	ece	ecd	cbc	AbA	CBB	DCE	DDE	DDD	CBB	bbb	dbd	ece
哈密市	ede	ede	dcd	ccd	bbb	AbA	BAA	AAA	bcb	ccd	ede	ede
巴音郭楞蒙古自治州	ede	ece	ccd	bbb	BbA	DAA	EBB	DAB	AbA	cbc	ecd	ede
阿克苏地区	ece	ecd	cbd	bbb	BAA	BAB	CBB	CBB	BAA	cbc	dbd	ece
克孜勒苏柯尔克孜自治州	ede	ecd	dcd	ccc	bbb	AbA	AbA	AbA	bbb	cbd	ecd	ede
喀什地区	ece	ecd	cbc	bbb	AbA	BAA	CBB	CBB	AAA	cbb	dbd	ece
和田地区	ece	dcd	cbc	AbA	BAA	BAB	CBC	CBB	AAA	bbb	ccd	cce

注：该评价结果基于表1的分级方案。

较高为暖风，其余月份为稍冷风或寒冷风；乌鲁木齐市、博尔塔拉蒙古自治州、塔城地区、伊犁哈萨克自治州直属县市6—8月为体感舒适风，适宜开展旅游活动，其他月份为凉风或寒冷风；吐鲁番市1—4、11—12月为凉风或稍冷风，5月和9月为温暖的风，6月为微感温暖的风，而7—8月人体感知有显著的热风感；哈密市7—8月为舒适风，适宜开展旅游活动，其他月份为凉风或寒冷风；昌吉回族自治州4—5、9—10月常吹凉风，6月为温和舒适风，7月为温暖风；巴音郭楞蒙古自治州6月和8月为体感舒适风，7月为暖风，其余月是凉风或冷风；阿克苏地区与和田地区5—9月为舒适风和暖风，其中，舒适风集中在5—6月和9月，7—8月为暖风；克孜勒苏柯尔克孜自治州常年吹凉风或冷风，全年无舒适风和温暖风；喀什地区6月和9月为体感舒适风，7—8月为暖风，其余月份为凉风或稍显寒冷风。

2.3 着衣指数

从着衣指数来看（表3），乌鲁木齐市6月和8—9月为着衣舒适期；阿勒泰地区、哈密市、克孜勒苏柯尔克孜自治州着衣舒适期主要集中在6—8月，不舒适期集中在1—4、10—12月；克拉玛依市、石河子市和阿克苏地区5月和9月为着衣舒适期；吐鲁番市仅有4月为着衣舒适期，不舒适期较长；昌吉回族自治州和塔城地区着衣舒适期为5—6月和8—9月；巴音郭楞蒙古自治州和喀什地区舒适期则集中在5—6月与9月；和田地区4—5月、9月为着衣舒适期；伊犁哈萨克自治州直属县市和博尔塔拉蒙古自治州着衣舒适期为5—9月。

2.4 旅游气候舒适度综合指数分析

根据表1与表2的分级方案及赋值标准，计算出旅游气候舒适度综合指数，并进行了可视化分析，其划分结果如图2所示。

根据旅游气候舒适度综合指数（图2），阿勒泰地区6—8月气候舒适，非常适合开展旅游活动，5月与9月较适宜开展旅游活动；4月和10月为较不舒适，1—3、11—12月气候过于寒冷，旅游适宜性最低，但由于其地理位置独特，位于阿尔泰山脉世界冰雪运动黄金纬度带，雪期长且雪量大，积雪深厚，该地

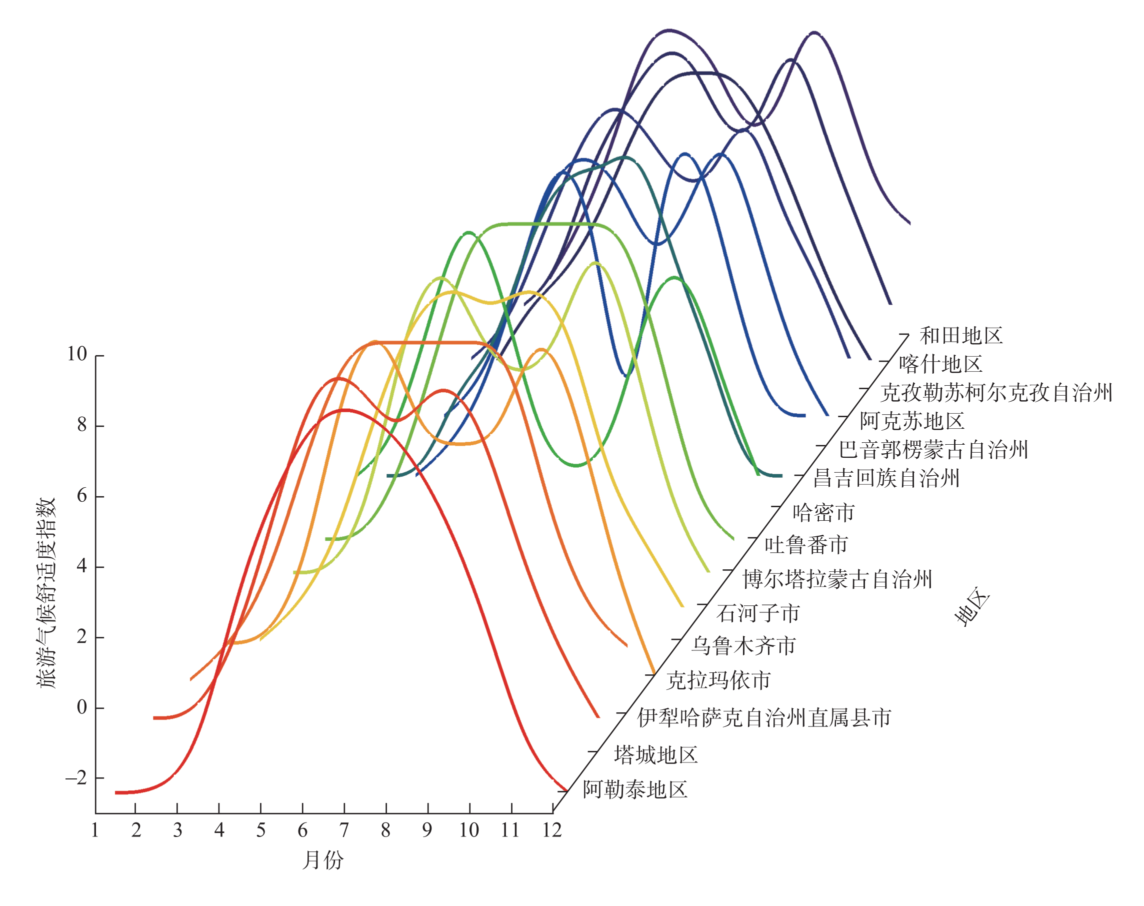


图2 新疆各地州市旅游气候舒适度综合指数月变化特征

Fig. 2 Characteristics of monthly changes in the composite index of tourism climate comfort in various prefectures and cities in Xinjiang

区多山地与林海，反而适宜开展冰雪旅游活动，旅游气候舒适度综合指数的年内变化呈现出“倒U”型变化特征；克拉玛依市冬季寒冷，夏季炎热，最高气温集中在7月，为27~29 ℃，最低气温集中在1月，为-15~-16 ℃，从旅游气候舒适度综合指数来看，每年4—10月舒适度较高，旅游适宜性好，1—3、11—12月气候寒冷，旅游适宜性差，总体呈现“M”型变化特征；乌鲁木齐市4—9月适合开展旅游活动，旅游气候舒适度为舒适和较舒适，1—3月为较不舒适，10—12月为不舒适，旅游适宜性差；石河子市夏季炎热短暂，冬季寒冷漫长，一年中最高气温出现在7月，月平均气温为25~26 ℃，从综合指数的变化特征来看（图2），每年的4—5月和9月旅游气候舒适度为最适宜，非常适合开展各项旅游活动，而每年的6—8月和10月旅游气候较为舒适，较适宜开展旅游活动，其余月份均为不舒适，不适宜开展旅游活动；博尔塔拉蒙古自治州5—9月旅游气候舒适度为舒适，4月与10月为较舒适，适宜开展旅游活动；吐鲁番市大部分区域低于海平面，夏季炎热干燥，风沙活动频繁，全年月平均气温最高值出现在6—7月，为32~33 ℃，从旅游气候舒适度的综合指数来看，总体呈现“M”型态势，每年3—5、9—10月气候舒适度较高，适宜开展旅游活动，1—2、6—8月与12月为不舒适，不适宜开展旅游活动；哈密市每年5—9月气候舒适度为舒适和较舒适，适宜开展各类旅游活动，其余月份不适宜开展旅游活动；昌吉回族自治州年气候变化较大，全年月平均气温最高值在7月，为24~25 ℃，最低值集中在1月，为-13~-14 ℃，从旅游气候舒适度综合指数的年内变化来看（图2），呈现出明显的“M”型变化特征，4—6、8—9月为舒适和较舒适，其余月均为较不舒适与不舒适；巴音郭楞蒙古自治州4—6月、9月为舒适，8月与10月为较舒适，其他月份为较不舒适与不舒适；阿克苏地区降水稀少且蒸发量大，气温变化剧烈，全年平均风速小，从综合指数来看每年的4—10月为舒适与较舒适，适宜开展各类旅游活动，而其他月份不适宜开展旅游活动；克孜勒苏柯尔克孜自治州的旅游气候舒适度综合指数呈现出很明显的“倒U”型变化特征，每年5—9月气候舒适度指数最高，旅游适宜性好，其他月份旅游适宜性差；喀什地区全年月平均气温最高值集中在7—8月，最低值集中在1月与12月，从旅游气候舒适度综合指数的年内变化来看（图2），呈现出“M”型变化特征，最适宜开展旅游活动的月份为4—6月和9月；和田地区夏季炎热，冬季降雪少且无霜期长，依据综合指数可知，3—10月为舒适与较舒适，旅游适宜性好；1—2月和11—12月则为较不舒适与不舒适，旅游适宜性较差，总体呈“M”型变化特征；塔城地区的旅游气候舒适度综合指数呈现出明显的“M”型变化特征，4—9月旅游气候舒适度综合指数较高，旅游适宜性好，其他月份为较不舒适与不舒适；伊犁哈萨克自治州直属县市全年月平均气温最高值集中在7月，最低值集中在1月，4—9月的气候人体感觉为较舒适和舒适，旅游适宜性良好，其余月为较不舒适和不舒适，旅游适宜性差，呈现出明显的“倒U”型变化特征。

2.5 新疆15个地州市旅游气候舒适期解析

表4、图3详述了新疆15个地州市旅游气候舒适期的分布特征，值得注意的是，当舒适度指数达到“舒适”或“较舒适”级别时，即可界定为旅游气候舒适期。由图3可知，阿勒泰地区5个月的旅游舒适期，主要集中在夏季。北疆地区的博尔塔拉蒙古自治州、克拉玛依市、石河子市的旅游气候舒适期达到7个月；塔城地区、伊犁哈萨克自治州直属县市和乌鲁木齐市的旅游气候舒适期为6个月，均集中在4—9月。其中，伊犁哈萨克自治州直属县市的旅游资源最为丰富，素有“塞外江南”“内陆干旱区湿岛”的美称，为全疆旅游资源优势度最强地区[31]；旅游产品与气候舒适期高度匹配，休闲度假、康养游、户外休闲运动、山地避暑旅游等新业态蓬勃发展。昌吉回族自治州与东疆地区的吐鲁番市和哈密市的旅游气候舒适期为5个月，相对较短。昌吉回族自治州是春夏旅游适宜型地区，但7月由于气候炎热不适宜开展旅游活动；吐鲁番地区则是春秋旅游适宜型地区，旅游气候舒适期集中在3—5、9—10月，夏季炎热，6—8月不适宜开展旅游活动；哈密市的旅游气候舒适期集中在5—8月。巴音郭楞蒙古自治州旅游气候舒适期为6个月；阿克苏地区为7个月，集中在春夏秋季；克孜勒苏柯尔克孜自治州的旅游气候舒适期集中在5—9月；南疆的喀什地区与和田地区的旅游气候舒适期最长，可达8个月，除了1—2、11—12月以外，其余月份都适合开展旅游活动，喀什地区的旅游资源优势度较强，位居全疆第3位[31]，其深厚的历史底蕴、多元璀璨的文化与较长舒适期相得益彰，是体验丝绸古道文化，民族

表4 新疆各地州市旅游气候舒适期分布情况

Tab. 4 Distribution of climate comfort periods for tourism in various prefectures and cities in Xinjiang

地区	舒适期/月	较舒适期/月	较不舒适期/月	不舒适期/月	舒适期月数/个月
阿勒泰地区	5—8	9	4、10	1—3、11—12	5
博尔塔拉蒙古自治州	5—9	4、10	-	1—3、11—12	7
塔城地区	5—9	4	10	1—3、11—12	6
伊犁哈萨克自治州直属县市	5—9	4	3、10	1—2、11—12	6
克拉玛依市	4—5、9	6—8、10	-	1—3、11—12	7
石河子市	4—5、9	6—8、10	-	1—3、11—12	7
乌鲁木齐市	5—9	4	10	1—3、11—12	6
昌吉回族自治州	5—6、8—9	4	10	1—3、7、11—12	5
吐鲁番市	4、10	3、5、9	11	1—2、6—8、12	5
哈密市	5—8	9	3、4、10	1—2、11—12	5
巴音郭楞蒙古自治州	4—6、9	8、10	3、7	1—2、11—12	6
阿克苏地区	4—6、9	7—8、10	3、11	1—2、12	7
克孜勒苏柯尔克孜自治州	5—9	-	3—4、10	1—2、11—12	5
喀什地区	4—6、9	3、7—8、10	11	1—2、12	8
和田地区	4—6、9—10	3、7—8	11	1—2、12	8

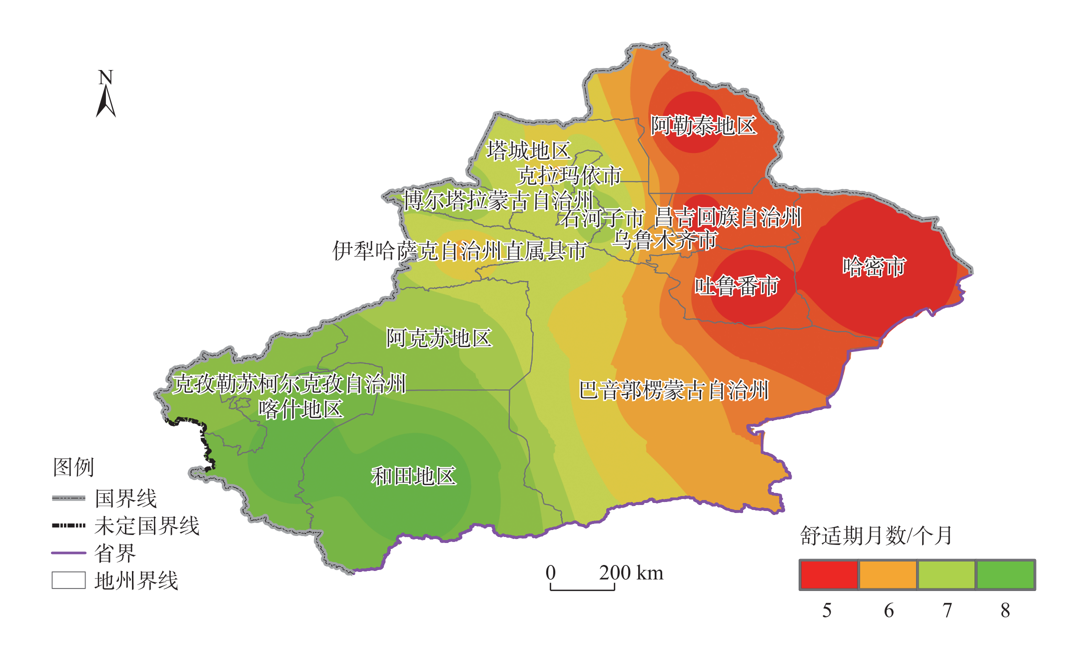


图3 新疆各地州市旅游气候舒适期长度分布

Fig. 3 Distribution of the length of climatic comfort period for tourism in various prefectures and cities in Xinjiang

特色旅游的绝佳之地。

总体而言，新疆的旅游气候舒适期南疆地区最长，北疆地区次之，东疆地区最短。然而旅游目的地气候舒适与否不再是制约旅游客流量的核心要素，有时也会出现反舒适度的旅游状况，典型案例为阿勒泰地区与吐鲁番市。尽管阿勒泰地区的旅游气候舒适期较短，但其拥有优质的冬季冰雪旅游资源与悠久冰雪文化，基础设施完备，是国家级滑雪旅游度假地。根据《中国冰雪旅游发展报告(2024)》，阿勒泰地区入选“2024年冰雪旅游十佳城市”并位列第三，截止2023年11月阿勒泰地区的冬季客流量已超过2×10^6人次，冰雪旅游及相关业态领先；吐鲁番市虽然夏季十分炎热，不适宜旅游，舒适期也较短，但其旅游资源吸引力强，夏季的旅游市场火热，专程前来吐鲁番市体验“极热”“火炉”感受的游客多，夏季吐鲁番市火焰山景

区每天的游客接待量在6000人左右，2023年1—9月吐鲁番市累计接待游客2237.27×10⁴人，上述两例表明，舒适期的长短不是制约旅游客流量最关键的要素。

3 讨 论

本研究选取新疆105个国家气象观测站1990—2020年的气象观测数据，利用温湿指数、风寒指数、着衣指数及旅游气候舒适度综合指数对新疆15个地州市的旅游气候舒适度以及舒适期长短进行了评价分析。对比本研究与他人的研究结果发现：本文对伊犁哈萨克自治州直属县市的研究结果与白婷等[38]对伊犁河谷旅游气候舒适度的评价结果基本一致；与温春等[25]对巴音郭楞蒙古自治州的旅游气候舒适度评价结果大体上一致，略有不同的是该研究是以巴音郭楞蒙古自治州各县市为研究对象，且认为舒适期主要分布在4—10月。本文认为巴音郭楞蒙古自治州旅游气候舒适期（包含较舒适）为4—6、8—10月，7月为较不舒适，可能是由于巴音郭楞蒙古自治州7月温湿指数较高，导致人体感知为极不舒适；与吴磊等[29]对吐鲁番市的旅游气候舒适度评价分析结果基本一致，都认为吐鲁番市的旅游舒适期（包含较舒适）为3—5、9—10月这2个阶段；与曹开军等[26]对阿勒泰地区的旅游气候舒适度评价结果基本一致，都认为阿勒泰地区的舒适期为5个月，且集中在5—9月。对比新疆与其邻近省区的研究发现，测算气候舒适度的方法有所不同，一些地区的舒适期长度相似。宇文博等[39]通过测算西藏自治区的体感温度，分析了该地区旅游气候舒适度的时空分布特征，而本文使用的是温湿指数、风寒指数、着衣指数和综合旅游气候舒适度指数。在评价结果方面，拉萨市和林芝市的最佳旅游时段为4—10月，与本文中博尔塔拉蒙古自治州、克拉玛依市以及阿克苏地区的舒适期一致。于昕冉等[40]对甘肃省60 a来气候舒适度的变化进行了分析，使用的方法与本文相似，但该文章主要着眼于气候舒适度的年际变化特征，而本文侧重于气候舒适度的时空特征。杨丽桃等[41]利用温湿指数和风效指数对内蒙古自治区的旅游气候舒适度进行了评价分析，认为内蒙古自治区的西部和东南部地区舒适期较长，为8个月，与本研究中新疆的喀什地区与和田地区的舒适期长度相同。

新疆各地州市在海拔高度、地理位置和气候条件方面都存在着较大的差别，本研究缺乏对海拔高度、日照时数和紫外线强度等因素的综合考虑，还缺乏针对干旱和强降雨降雪天气灾害对于旅游气候舒适度影响的研究，所以更精细化地进行旅游气候舒适度评价与分析成为未来的研究重点。

4 结 论

（1）新疆全年旅游气候舒适度综合指数最高月份主要集中在5—6月和9月；最低月份则集中在1—2、11—12月。

（2）北疆地区的阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州、伊犁哈萨克自治州直属县市以及南疆地区的克孜勒苏柯尔克孜自治州，东疆地区的哈密市，旅游气候舒适度综合指数呈“倒U”型变化；南疆地区的巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区、喀什地区与和田地区，北疆地区的乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市、昌吉回族自治州、塔城地区以及东疆地区的吐鲁番市旅游气候舒适度综合指数呈“M”型变化。

（3）新疆旅游气候舒适期分布，以南疆地区最长，北疆地区次之，东疆地区最短。南疆地区尤其是喀什地区与和田地区的舒适期达8个月；北疆地区的舒适期大部为6~7个月，仅有阿勒泰地区与昌吉回族自治州的舒适期为5个月；东疆地区的吐鲁番市和哈密市舒适期最短，均为5个月。然而，舒适期长短不是制约客流量的核心要素，有时也会出现反舒适期的旅游状况，例如阿勒泰地区冬季的冰雪旅游与吐鲁番市夏季的“极热体验”之旅。

参考文献（References）

[1] Oliver J E. Climate and man’s environment: An introduction to applied climatology[M]. New York: John Wiley & Sons. lnc, 1973: 195-206.

[2] David D H. Handbook of applied meteorology[M]. New York: John Wiley & Sons. Inc, 1985: 778-811.

[3] Wall G. Implications of global climate change for tourism and recreation in wetland areas[J]. Climatic Change, 1998, 40: 371-379.

[4] Wall G, Badke C. Tourism and climate change: An international perspective[J]. Journal of Sustainable Tourism, 1994, 2(4): 193-203.

[5] Aygün Oğur A, Baycan T. Assessing climate change impacts on

tourism demand in Turkey[J]. Environment, Development and Sustainability, 2023, 25(3): 2905-2935.

[6] Maddison D. In search of warmer climates? The impact of climate change on flows of British tourists[J]. Climatic Change, 2001, 49 (1-2): 193-208.

[7] Steiger R, Posch E, Tappeiner G, et al. Seasonality matters: Simulating the impacts of climate change on winter tourism demand[J]. Current Issues in Tourism, 2023, 26(17): 2777-2793.

[8] Steiger R, Posch E, Tappeiner G, et al. The impact of climate change on demand of ski tourism: A simulation study based on stated preferences[J]. Ecological Economics, 2020, 170: 106589, doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.106589.

[9] 王远飞, 沈愈. 上海市夏季温湿效应与人体舒适度[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1998(3): 60-66. [Wang Yuanfei, Shen Yu. The temperature-humidity effect and hunman comfort in Shanghai summer[J]. Journal of East China Normal University (Natural Science Edition), 1998(3): 60-66.]

[10] 何静, 田永中, 高阳华, 等. 重庆山地人居环境气候适宜性评价[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(9): 100-106. [He Jing, Tian Yongzhong, Gao Yanghua, et al. Assessment of climate suitability for human settlement environment in mountain areas of Chongqing[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2010, 32(9): 100-106.]

[11] 曹云, 孙应龙, 吴门新, 等. 近50年京津冀气候舒适度的区域时空特征分析[J]. 生态学报, 2019, 39(20): 7567-7582. [Cao Yun, Sun Yinglong, Wu Menxin, et al. Spatial and temporal characteristics of the periods of climate comfort in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 1966 to 2015[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(20): 7567-7582.]

[12] 邓若钊, 侯灵, 王中杰, 等. 广东省旅游气候舒适度分析与评价[J]. 广东气象, 2023, 45(4): 52-55. [Deng Ruozhao, Hou Ling, Wang Zhongjie, et al. Analysis and evaluation of tourism climate comfort in Guangdong Province[J]. Guangdong Meteorology, 2023, 45(4): 52-55.]

[13] 官景得, 王咏青, 孙银川, 等. 近39 a宁夏旅游气候适宜期及变化分析[J]. 干旱区地理, 2020, 43(2): 339-348. [Guan Jingde, Wang Yongqing, Sun Yinchuan, et al. Suitable period and change of tourism climate in Ningxia in the past 39 years[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(2): 339-348.]

[14] 李积宏, 周刊社, 张东东, 等. 西藏高原人体舒适度指数时空变化特征分析[J]. 干旱区地理, 2024, 47(6): 980-992. [Li Jihong, Zhou Kanshe, Zhang Dongdong, et al. Spatial and temporal variation characteristics of comfort index of human body in Xizang Plateau[J]. Arid Land Geography, 2024, 47(6): 980-992.]

[15] 雷杨娜, 张侠, 赵晓萌. 1971—2018年陕西省人体舒适度时空分布特征研究[J]. 干旱区地理, 2020, 43(6): 1417-1425. [Lei Yangna, Zhang Xia, Zhao Xiaomeng. Spatial-temporal distribution characteristics of comfort index of human body in Shaanxi Province from 1971 to 2018[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(6): 1417-1425.]

[16] 张群慧, 常亮, 顾小凡, 等. 1979—2020年柴达木盆地人体舒适度指数时空变化及趋势分析[J]. 干旱区研究, 2024, 41(8): 1300-1308. [Zhang Qunhui, Chang Liang, Gu Xiaofan, et al. Spatial-temporal variations and trends in the human body comfort index in the Qaidam Basin, China, during 1979—2020[J]. Arid Zone Research, 2024, 41(8): 1300-1308.]

[17] 郑箐舟, 何军, 李深智, 等. 重庆地区城郊人体舒适度变化特征差异及其影响因素分析[J]. 生态环境学报, 2023, 32(6): 1089-1097. [Zheng Qingzhou, He Jun, Li Shenzhi, et al. Analysis on the differences and influencing factors of human comfort between urban and rural areas in Chongqing[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2023, 32(6): 1089-1097.]

[18] 马丽君, 孙根年, 谢越法, 等. 50年来东部典型城市旅游气候舒适度变化分析[J]. 资源科学, 2010, 32(10): 1960-1970. [Ma Lijun, Sun Gennian, Xie Yuefa, et al. A study on variations of the tourism climate comfort degree in five typical cities in eastern China during the last 50 years[J]. Resources Science, 2010, 32(10): 1960-1970.]

[19] 马丽君, 孙根年, 谢越法, 等. 气候变化对旅游业的影响: 气候舒适度视角40座城市的定量分析[J]. 旅游论坛, 2012, 5(4): 35-40. [Ma Lijun, Sun Gennian, Xie Yuefa, et al. Impact of climate change on tourism: Quantitative analysis of 40 cities from the angle of climate comfort degree[J]. Tourism Forum, 2012, 5(4): 35-40.]

[20] 马丽君, 孙根年, 马彦如, 等. 30年来西安市气候舒适度变化对旅游客流量的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(9): 191-196. [Ma Lijun, Sun Gennian, Ma Yanru, et al. Impact of climate comfort degree change on the number of tourists in Xi'an for the last 30 years[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2011, 25(9): 191-196.]

[21] 马丽君, 孙根年. 中国西部热点城市旅游气候舒适度[J]. 干旱区地理, 2009, 32(5): 791-797. [Ma Lijun, Sun Gennian. Evaluation of comfort index for tourism hot-spot cities in west China[J]. Arid Land Geography, 2009, 32(5): 791-797.]

[22] 冯粉粉, 温家洪, 王慧敏. 基于GIS的华东地区旅游气候舒适度分析[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2012, 41(2): 196-202. [Feng Fenfen, Wen Jiahong, Wang Huimin. Analysis on tourism climate comfort level in east China[J]. Journal of Shanghai Normal University (Natural Sciences Edition), 2012, 41(2): 196-202.]

[23] 陈建新, 易伟霞, 祝晓红. 基于GIS的南阳旅游舒适度分析[J]. 气象与环境科学, 2020, 43(3): 109-115. [Chen Jianxin, Yi Weixia, Zhu Xiaohong. Analysis of tourism comfort in Nanyang based on GIS[J]. Meteorological and Environmental Sciences, 2020, 43 (3): 109-115.]

[24] 张可心. 1981—2018年庆阳市气候舒适度特征分析及评价[J]. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1270-1277. [Zhang Kexin. Analysis and evaluation of climate comfort characteristics in Qingyang from 1981 to 2018[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(5): 1270-1277.]

[25] 温春, 周雪英, 仇会民, 等. 新疆巴州旅游气候舒适度时空特征分析与评价[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(1): 110-115. [Wen Chun, Zhou Xueying, Qiu Huimin, et al. Analysis and evaluation of spatial and temporal characteristics of tourism climate comfort of Bayingolin Mongolian Autonomous Prefectrue[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2022, 16(1): 110-115.]

[26] 曹开军, 杨兆萍, 孟现勇, 等. 基于栅格尺度的阿勒泰地区旅游气候舒适度评价[J]. 冰川冻土, 2015, 37(5): 1420-1427. [Cao Kaijun, Yang Zhaoping, Meng Xianyong, et al. An evaluation of tourism climate suitability in Altay Prefecture[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2015, 37(5): 1420-1427.]

[27] 马梦洁. 近30年新疆喀纳斯景区旅游气候舒适度分析[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(24): 108-110. [Ma Mengjie. Analysis of tourist climate comfort of Kanas scenic area in Xinjiang during the past 30 years[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2018, 24(24): 108-110.]

[28] 李东. 山地休闲度假旅游适宜度评价体系构建与实证研究: 以伊犁地区为例[J]. 干旱区地理, 2015, 38(2): 108-110. [Li Dong. Construction of index system for suitability evaluation based on mountain leisure tourism: A case study of Ili Region[J]. Arid Land Geography, 2015, 38(2): 108-110.]

[29] 吴磊, 何秉宇. 干旱区旅游气候资源舒适度分析与评价: 以吐鲁番地区为例[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(1): 110-113. [Wu Lei, He Bingyu. Evaluation of tourism climate comfort degree in Turpan[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(1): 110-113.]

[30] 高理, 刘焕彬. 1991—2021年山东省人体舒适度时空分布特征[J]. 海洋气象学报, 2023, 43(3): 71-79. [Gao Li, Liu Huanbin. Spatial and temporal distribution of body comfort index in Shandong Province from 1991 to 2021[J]. Journal of Marine Meteorology, 2023, 43(3): 71-79.]

[31] 刘逸, 陈海龙, 陈了凡, 等. 基于UGC的气候环境对游客情感的影响研究[J]. 人文地理, 2023, 38(5): 146-153, 190. [Liu Yi, Chen Hailong, Chen Liaofan, et al. Research on the impact of climate environment on tourists' emotion based on UGC[J]. Human Geography, 2023, 38(5): 146-153, 190.]

[32] 马蕾, 赵蔚, 杨柳, 等. 宁夏"星空旅游"气候资源适宜度评估[J]. 干旱气象, 2023, 41(2): 309-217. [Ma Lei, Zhao Wei, Yang Liu, et al. Assessment of climate resource suitability to "starry sky tourism" in Ningxia[J]. Journal of Arid Meteorology, 2023, 41(2): 309-217.]

[33] 贾明瑞, 张晋韬, 王芳.《巴黎协定》未来气候情景下"一带一路"沿线区域气候舒适度预估[J]. 地球科学进展, 2022, 37(5): 505-518. [Jia Mingrui, Zhang Jintao, Wang Fang. Changes in thermal comfort conditions throughout the Belt and Road region in response to nationally committed emission reductions under the Paris Agreement[J]. Advances in Earth Science, 2022, 37(5): 505-518.]

[34] 殷浩然, 张平平, 董庆栋, 等. 基于海拔梯度的秦巴山地旅游气候适宜性评价[J]. 山地学报, 2021, 39(5): 710-721. [Yin Haoran, Zhang Pingping, Dong Qingdong, et al. Evaluation on climate comfortable degree for ecotourism along altitude gradient in Qinling-Daba Mountain areas China[J]. Mountain Research, 2021, 39(5): 710-721.]

[35] 侯建楠. 新疆旅游业空间格局及协同发展研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2023. [Hou Jiannan. The spatial pattern and coordinated development of tourism in Xinjiang[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2023.]

[36] Terjung W H. Physiologic climates of the conterminous United States: A bioclimatic classification based on man[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1966, 56(1): 141-179.

[37] 孟丽霞, 姚延峰, 尹春, 等. 兰州市旅游气候舒适度与客流量关系分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2017, 11(5): 89-94. [Meng Lixia, Yao Yanfeng, Yin Chun, et al. Analysis of the relationship between tourism climate comfort and passenger flow in Lanzhou City[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2017, 11(5): 89-94.]

[38] 白婷, 祝小梅, 刘金丽. 基于ArcGIS伊犁河谷旅游气候舒适度研究[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(3): 127-131. [Bai Ting, Zhu Xiaomei, Liu Jinli. Study on climate comfort of tourism in Ili River Valley based on ArcGIS[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2022, 16(3): 127-131.]

[39] 宁文博, 李春艳, 刘赛, 等. 西藏气候舒适度时空分布特征及主要旅游城市避暑资源分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(1): 116-123. [Ning Wenbo, Li Chunyan, Liu Sai, et al. Spatial and temporal distribution characteristics of climate comfort in Tibet and analysis of the summer resort resources in major tourist cities[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2022, 16(1): 116-123.]

[40] 于昕冉, 王乃昂. 近60 a甘肃省旅游气候舒适度变化分析[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2021, 57(2): 143-150. [Yu Xinran, Wang Nai'ang. Analysis of the changes in tourism climate comfort in Gansu Province from 1955 to 2015[J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences Edition), 2021, 57(2): 143-150.]

[41] 杨丽桃, 尤莉, 邸瑞琦. 内蒙古旅游气候舒适度评价[J]. 内蒙古气象, 2019(6): 24-27. [Yang Litao, You Li, Di Ruiqi. Evaluation of tourism climate comfort in Inner Mongolia[J]. Meteorology Journal of Inner Mongolia, 2019(6): 24-27.]

Spatio-temporal characterization of tourism climate comfort in Xinjiang prefectures and cities in the last 30 years

Jianiya YERKEN[1,2], HOU Jiannan[1,2], LIU Sibo[1,2]

(1. College of Geographical Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, Xinjiang, China; 2. Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, Xinjiang, China)

Abstract: Utilizing detailed climate data collected from 105 national meteorological observation stations in Xinjiang, China during 1990—2020, this study systematically evaluates the tourism climate comfort and comfort period across fifteen prefectural and municipal cities in Xinjiang. Three key indicators [the temperature and humidity index (THI), wind-cold index (WCI), and index of clothing (ICL)] were employed for the analysis. The findings reveal as follows: (1) The months with the highest tourism climate comfort in Xinjiang are primarily May, June, and September. (2) According to the comprehensive tourism climate comfort index, Hami City, Altay Prefecture, Bortala Mongol Autonomous Prefecture, and counties and cities directly under Ili Kazakh Autonomous Prefecture and Kizilsu Kyrgyz Autonomous Prefecture exhibit an inverted U-shaped annual pattern. In contrast, Urumqi City, Karamay City, Shihezi City, Turpan City, Changji Hui Autonomous Prefecture, Bayingol Mongol Autonomous Prefecture, Tacheng Prefecture, Aksu Prefecture, Kashgar Prefecture, and Hotan Prefecture demonstrate an “M”-shaped pattern. (3) Analysis of the travel comfort period indicates that the southern border region enjoys the longest travel comfort period, followed by the northern border region, with the eastern border region having the shortest. Notably, Kashgar Prefecture and Hotan Prefecture have the longest comfort period, spanning March to October. However, the duration of the comfort period is not the sole determinant of tourist flow, as travel conditions may sometimes contradict comfort levels.

Key words: tourist climate comfort levels; spatial and temporal characteristics; temperature and humidity index; Xinjiang